

# Agrotechnical and economic assessment of intercropping of caraway (*Carum carvi* L.)

## Ocena agrotechniczna i ekonomiczna współrzędnej technologii uprawy kminku zwyczajnego (*Carum carvi* L.)

Wojciech KOZERA<sup>1\*</sup>, Bożena BARCZAK<sup>1</sup>, Maria Jolanta ORŁOWSKA<sup>2</sup> and Tomasz KNAPOWSKI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Technology and Life Sciences in Bydgoszcz, Department of Agricultural Chemistry, 5 Seminaryjna, 85-326 Bydgoszcz, Poland, \*correspondence: [kozera@utp.edu.pl](mailto:kozera@utp.edu.pl)

<sup>2</sup>University of Technology and Life Sciences in Bydgoszcz, Department of Economics and Advising in Agribusiness, Fordońska 430, 85-790 Bydgoszcz, Poland

### Abstract

A study was carried out in 2013-2014 on caraway (*Carum carvi* L.), which is a biennial plant grown alone or together with a spring crop. The aim of the study was an agrotechnical and economic assessment of technologies for intercropping of caraway with selected three species of spring crops. The study showed that the highest caraway fruit yields in the second year were obtained in the variant in which the species was grown together with field pea. The profitability of this variant was increased by area-based subsidies for legumes and reduced outlays for mineral fertilizers. The highest value for pea as a species intercropped with caraway was confirmed by economic indicators such as soil productivity, net farm income, and production profitability. The second most suitable crop for intercropping with caraway was dill. It has similar agrotechnical requirements as caraway, but has the disadvantage of a very late harvest time, which slows the development of the main crop and reduces the yield of caraway the following year. In this variant lower values were obtained for the economic indicators than in the case of caraway grown with pea. The least suitable species for intercropping with caraway proved to be white mustard, whose intensive growth and accompanying high demand for water, nutrients and light substantially limited the development and yield of caraway. Due to the relatively low caraway yield and high cost of mustard cultivation, this variant resulted in the lowest economic indicators.

**Keywords:** caraway, intercropping, production profitability, soil productivity

## Streszczenie

W latach 2013-2014 przeprowadzono badania nad kminkiem zwyczajnym (*Carum carvi* L.), który jest rośliną dwuletnią, uprawianą w siewie czystym lub jednocześnie z rośliną jarą jako osłonową. Celem badań była ocena agrotechniczna i ekonomiczna technologii uprawy kminku z wybranymi trzema gatunkami roślin jarych w uprawie współrzędnej. Przeprowadzone badania wykazały, że w drugim roku uprawy najwyższe plony owoców kminku uzyskano w wariancie, w którym gatunek ten uprawiano z grochem siewnym. Opłacalność tego wariantu podnosiły dopłaty obszarowe do roślin bobowatych oraz niższe nakłady na nawożenie mineralne. Najwyższą wartość grochu jako gatunku współrzędnie uprawianego z kminkiem potwierdziły wskaźniki ekonomiczne, takie jak: produktywność ziemi, dochód rolniczy netto oraz opłacalność produkcji. W drugiej kolejności, najbardziej przydatny do łącznej uprawy z kminkiem był koper ogrodowy (*Anethum graveolens* L.). Ma on zbliżone do kminku wymagania agrotechniczne, ale jego wadą jest bardzo późny termin zbioru, który spowalnia rozwój głównej rośliny i obniża plonowanie kminku w następnym roku. Dla tego wariantu uzyskano niższe wartości badanych wskaźników ekonomicznych niż dla uprawy kminku z grochem. Najmniej właściwym gatunkiem do jednoczesnej uprawy z kminkiem okazała się gorczyca biała, której intensywny wzrost i towarzyszące temu wysokie zapotrzebowanie na wodę, składniki pokarmowe i światło, znacząco ograniczyły rozwój kminku i jego plonowanie. Konsekwencją relatywnie niskiego plonu kminku oraz wysokich kosztów uprawy gorczycy były najniższe dla tego wariantu wartości badanych wskaźników ekonomicznych.

**Słowa kluczowe:** kminek zwyczajny, opłacalność produkcji, produktywność ziemi, uprawa współrzędna

## Detailed abstract

Given the considerable potential uses of caraway in the cosmetics and pharmaceutical industries, as well as in gastronomy, and in view of the importance of selecting a species to be grown together with caraway in its first year of cultivation, a study was undertaken to provide an agrotechnical and economic assessment of technologies for intercropping of caraway with three various plant species. The assessment was based on analysis of productivity and profitability indicators. In addition, the productivity of caraway in each intercropping variant and of the accompanying plants was analysed.

A field experiment was conducted on a private farm situated in Lucim (53°23' N, 17°50' E) (Bydgoszcz County) in the 2013/2014 and 2014/2015 growing seasons. The complete developmental cycle of caraway lasts two years. It can be grown alone or intercropped with another species. In the first year of the study (2014) the Kończewicki cultivar of caraway was intercropped with field pea (*Pisum sativum* L.) on an area of 5 ha; with dill (*Anethum graveolens* L.) on an area of 3 ha; and with white mustard (*Sinapis alba* L.) on an area of 2.5 ha. The experiment was conducted on lessive, good rye complex soil of valuation class IIIb, with average content of

phosphorus and low content of potassium and magnesium. The soil reaction was acidic and slightly acidic ( $\text{pH}_{\text{KCl}}$  5.1-5.7).

The study showed that the highest yields of caraway fruits in the second year were obtained in the variant with intercropped pea. The caraway yields in the crop grown with dill were  $1.7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , which was higher than in the variant with mustard ( $1.25 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), but much lower than in the pea/caraway variant ( $2.45 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ).

The species that proved best suited to intercropping with caraway was field pea, which by assimilating atmospheric oxygen enriched the environment with this nutrient, resulting in caraway fruit yield of  $2.45 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  in the second year of the study. The pea/caraway variant resulted in the highest soil productivity ( $25,500 \text{ PLN} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), net farm income (over  $17,500 \text{ PLN} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) and production profitability (319.6%). The economic parameters were highest for this variant due to the lower expenditures for growing pea, which assimilates nitrogen from the atmosphere and thus does not require fertilization with this nutrient. At the same time, as a legume species (of the family *Fabaceae*) it left excellent conditions for the caraway in the second year, resulting in a relatively high yield. An additional advantage was area-based payments for legumes; there is no provision for this type of subsidy for dill or mustard. The economic indicators for the pea/caraway were reduced somewhat by the high cost of pea seeds for sowing.

Dill was the second most suitable species for cultivation with caraway. The disadvantage of this variant was that dill is harvested very late, which slowed the development of caraway, resulting in much lower yield ( $1.7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), as well as lower soil productivity ( $24,700 \text{ PLN} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), net farm income (about  $17,000 \text{ PLN} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), and production profitability (318.7%).

The least valuable species for cultivation together with caraway was white mustard, whose intensive growth and accompanying high demand for water, nutrients and light substantially limited the development of caraway, leading to lower yield. The economic assessment of the combination of caraway with mustard was influenced by the relatively high costs of growing mustard, particularly the purchase of mineral fertilizers. Due to the relatively low yield of caraway grown with this species and the high outlays for its cultivation, this combination had the lowest soil productivity ( $17,300 \text{ PLN} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), net farm income ( $9,900 \text{ PLN} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) and production profitability (234.9%).

The study confirmed the substantial effect of the choice of plant accompanying caraway in the first year, not only on yield but on the economic outcomes of intercropping.

## Wstęp

Zioła od stuleci odgrywają ważną rolę w życiu człowieka. Od czasów starożytnych były składnikami lekarstw, a także wykorzystywano je jako przyprawy i rośliny ozdobne. Ich znaczenie ciągle rośnie. Dziś uprawa ziół coraz częściej staje się podstawowym lub dodatkowym źródłem dochodów gospodarstw rolnych (Newerli-Guz, 2016). Przekazywana od wieków z pokolenia na pokolenie wiedza o dobroczynnym działaniu ziół, współcześnie zostaje potwierdzana badaniami naukowymi (Frank i in., 2002; Kozera i in., 2013; Seidler-Łożykowska i in., 2013).

Dzięki swoim właściwościom stanowią alternatywę dla syntetycznych farmaceutyków dostępnych w aptekach i sklepach drogeryjnych (Begum i in., 2008; Raal i in., 2012).

Uprawa ziół w Polsce ma wieloletnią tradycję – nasz kraj jest jednym z większych producentów tych roślin w Europie. W krajach Unii Europejskiej areał ziół wynosi około 70000 ha, podczas gdy w Polsce w 2013 roku zioła uprawiano na powierzchni około 14500 ha, co stanowiło 0,14% ogółu zasiewów (Sadowski, 2013). Polska pod tym względem zajmuje trzecie miejsce w Europie. Rosnące zainteresowanie rynku sprawia, że jest to kierunek bardzo rozwojowy. W literaturze przedmiotu wciąż mało uwagi poświęca się agrotechnice ziół, co może wynikać z błędnego przekonania, że jako rośliny również dziko rosnące, nie wymagają starannej uprawy i nawożenia.

Jedną z roślin zielarskich uprawianych w Polsce jest kminek zwyczajny (*Carum carvi* L.), którego owocami są rozłupki. Cechują się one bogatym składem chemicznym - zawierają olejek eteryczny, białko, kumarynę, garbniki i flawonoidy. Są szeroko stosowane w przemyśle kosmetycznym, a także w gastronomii, stanowiąc przyprawę w młeczarstwie i masarstwie oraz w piekarnictwie. Dostępna literatura wskazuje na możliwość wykorzystania młodych pędów i korzeni kminku, będących bogatym źródłem kwasu askorbinowego, jako dodatków do sałatek i zup (Dyduch i in., 2006). Kminek jest doskonałym dodatkiem do przetworów i dań z kapusty kiszanej, nadaje smak topionemu serowi, mięsom i rybom. Rozłupki są też cenionym składnikiem kremów, maści oraz leków na problemy trawienne i laktacyjne (Thompson and Ernst, 2002).

Całkowity cykl rozwojowy kminku zwyczajnego trwa dwa lata. Można go uprawiać na dwa sposoby - w siewie czystym lub w uprawie współrzędnej, z rośliną osłonową (Dyduch i in., 2006). Każdy z tych sposobów wymaga dostosowania agrotechniki do specyfiki uprawy, w tym - zastosowania właściwego nawożenia mineralnego. Podjęto próbę agrotechnicznej i ekonomicznej oceny uprawy współrzędnej tego gatunku z innymi roślinami, których plony mogą być źródłem dodatkowych przychodów. Celem pracy była ocena trzech technologii współrzędnej uprawy kminku zwyczajnego z grochem siewnym, koprem ogrodowym i gorczycą białą, dokonana na podstawie analizy nadwyżki bezpośredniej, wskaźników produktywności i opłacalności. Analizowano także produkcyjność kminku w poszczególnych wariantach jego uprawy współrzędnej oraz towarzyszących mu gatunków roślin osłonowych.

## Materiał i metody

Badania przeprowadzono w gospodarstwie o powierzchni użytków rolnych wynoszącej 38,4 ha, z czego 38,1 ha stanowiły grunty orne. Od właściciela gospodarstwa zebrano informacje dotyczące powierzchni upraw, ponoszonych nakładów i kosztów oraz uzyskanych zbiorów, dotyczące ocenianych wariantów uprawy kminku. Na podstawie tych danych obliczono wskaźniki produktywności, produkcyjności oraz opłacalności produkcji współrzędnej uprawy kminku zwyczajnego z grochem siewnym, koprem ogrodowym i gorczycą białą. Produktywność ziemi mierzono wartością uzyskanej produkcji z 1 ha (Manteuffel, 1979). Do oceny technologicznej wydajności ziemi posłużono się wskaźnikiem produkcyjności. Użyto jednej z najczęściej stosowanych miar, jaką jest produkcyjność ziemi mierzona plonami poszczególnych roślin (Woś, 1984). Terminu

opłacalności używa się do oceny efektywności poszczególnych działalności produkcyjnych. Ustalenie wskaźnika opłacalności wymaga obliczenia pełnych kosztów produkcji (Ziętara, 1994). Na koszty całkowite składają się koszty bezpośrednie i koszty pośrednie. W kosztach bezpośrednich ujęto koszty materiału siewnego, nawozów mineralnych, środków ochrony roślin. W kosztach pośrednich uwzględniono koszty usług mechanizacyjnych z zewnątrz (związanych ze zbiorem), koszt pracy najemnej, pracę maszyn własnych, pozostałe koszty pośrednie (obejmujące koszty utrzymania budynków; podatki i ubezpieczenia; pozostałe koszty, a wśród nich m. in. koszty eksploatacji samochodu osobowego, korzystania z telefonu). Do wyliczenia kosztu pracy maszyn własnych posłużono się metodyką IBMER (Muzalewski, 1997; Kisiel, 2001; Muzalewski, 2010). Gospodarstwo dysponowało niezbędnym zestawem maszyn i urządzeń do wykonywania prac polowych. W jego wyposażeniu znajdowały się następujące ciągniki i maszyny: ciągnik Zetor, ciągnik John Deere, wółka, brona talerzowa, agregat ścierniskowy Żukowo, pług obrotowy Overum, rozsiewacz nawozów Bogballe, opryskiwacz polowy Pilmet, pielnik rzędowy, przyczepa rolnicza, pokosówka planowa, siewnik zbożowy Demeter Koniskilde, czyszczalnia ziarna, suszarnia. W rachunku kosztu pracy maszyn własnych uwzględniono amortyzację, remonty, ubezpieczenia, koszty garażowania, koszt paliwa i smarów. Wskaźnik opłacalności ustalono z uwzględnieniem wartości dopłat oraz bez ich uwzględnienia. Ponadto, dla każdego wariantu współrzędnej uprawy kminku obliczono nadwyżkę bezpośrednią oraz uzyskany dochód rolniczy netto (Foundation of Assistance Programmes for Agriculture, FAPA, 2000). Nadwyżka bezpośrednia wykorzystywana jest w procesie podejmowania decyzji dotyczących wyboru działalności w gospodarstwach rolniczych. Jest pierwszą kategorią dochodową. Ustalono ją pomniejszając wartość produkcji z 1 ha uprawy o koszty bezpośrednie poniesione na jej wytworzenie (Goraj and Mańko, 2009). Pomniejszając nadwyżkę bezpośrednią o koszty pośrednie pokazano wynik na poziomie dochodu rolniczego netto. Ustalono także koszty uzyskania 100 PLN produkcji. Rachunek przeprowadzono w cenach brutto. Posłużono się cenami produktów i usług świadczonych dla rolnictwa w 2015 roku.

### Lokalizacja i charakterystyka gospodarstwa

Kminek zwyczajny (*Carum carvi* L.) uprawiano w sezonach wegetacyjnych 2013/2014 i 2014/2015 w gospodarstwie rolnym zlokalizowanym w Lucimiu (53°23' N, 17°50' E), będącym jednym z 33 sołectw największej gminy powiatu bydgoskiego – Koronowa. Lucim leży na skraju Borów Tucholskich, w pobliżu Zalewu Koronowskiego.

Kminek uprawiano na glebach płowych, kompleksu żytniego dobrego, zakwalifikowanych do gleb lekkich, klasy bonitacyjnej IIIb. Odczyn gleby był kwaśny i lekko kwaśny ( $\text{pH}_{\text{KCl}} - 5,1-5,7$ ), zasobność w przyswajalne składniki pokarmowe - średnia dla fosforu lub niska dla potasu i magnezu). W gospodarstwie od lat 80. ubiegłego stulecia prowadzi się wyłącznie produkcję roślinną, specjalizując się w nasiennictwie i zielarstwie. W strukturze zasiewów około 30% stanowią zioła, takie jak wiesiołek (*Oenothera biennis* L.), babka płesznik (*Plantago psyllium* L.) oraz kminek zwyczajny (*Carum carvi* L.). Odbiorcami surowca zielarskiego są przede wszystkim Przedsiębiorstwo Nasienne Rolnas oraz Firma Zielarska Lewandowski.



Kminek zwyczajny uprawiany jest w gospodarstwie nieprzerwanie od 1983 roku. Ponieważ gatunek ten jest rośliną dwuletnią, stosuje się siew mieszany z jednoroczną rośliną jarą. Dobór współrzędnie uprawianej rośliny jest ważny, gdyż powinna ona ograniczać zachwaszczenie kminku, chronić rośliny przed niekorzystnymi warunkami meteorologicznymi, nie powodując strat w jego obsadzie i nie zakłócając w inny sposób jego wegetacji. Celem jednoczesnej uprawy dwóch roślin jest optymalne wykorzystanie przestrzeni zarówno glebowej, jak i ponadglebowej, a także uzyskanie przychodu w pierwszym roku wegetacji ze sprzedaży nasion rośliny osłonowej.

W 2014 roku kminek zwyczajny odmiany Kończewicki uprawiano współrzędnie z grochem siewnym (*Pisum sativum* L.) na powierzchni 5 ha, z koprem ogrodowym (*Anethum graveolens* L.), na powierzchni 3 ha oraz z gorczycą białą (*Sinapis alba* L.) na obszarze 2,5 ha. Gatunki te uprawiane były na nasiona i zbierane w fazie dojrzałości pełnej.

### Technologia uprawy kminku zwyczajnego

Po zbiorze plonów jesienią poprzedzającą zasiewy, wykonywano zespół uprawek poźniowych oraz orkę. Wiosną w celu ograniczenia parowania oraz wyrównania powierzchni stosowano włókowanie, po którym uprawiano rolę agregatem uprawowym. Przed siewem kminku zwyczajnego rozłupki zaprawiano zaprawą nasienną Dithane Neotec 75 WG (związek czynny – mankozeb, zawartość 75%). Nasiona grochu, kopru i gorczycy stanowiły kwalifikowany materiał siewny, zaprawiony przez dystrybutora.

Table 1. Sowing rates for plants intercropping with caraway

Tabela 1. Normy wysiewu dla roślin uprawianych współrzędnie z kminkiem zwyczajnym

Crop intercropping Roślina współrzędna	Sowing mass Ilość wysiewu (kg·ha <sup>-1</sup> )	Sowing depth Głębokość siewu (cm)	Row spacing Rozstaw rzędów (cm)	Sowing date Termin siewu
Pea Groch	300	4-6	25	III decade of March III dekada marca
Dill Koper	8	1-2	40	III decade of March III dekada marca
Mustard Gorczyca	10	1-2	25	I decade of April I dekada kwietnia

Kminek zwyczajny, bez względu na gatunek rośliny osłonowej, wysiewany był w ilości  $8 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , na głębokość do 2 cm, w rozstawie rzędów - 40 cm (Tabela 1). W przypadku uprawy z grochem i gorczycą siew odbywał się dwuetapowo, co było wynikiem zróżnicowanej głębokości siewu i rozstawy rzędów. W pierwszej kolejności wysiewano roślinę jarą, a następnie kminek. Koper z kminkiem wysiano jednocześnie. Siewy przeprowadzano jednego dnia.

## Nawożenie

Nawożenie mineralne i naturalne jest bardzo istotne w uprawie roślin zielarskich, zwłaszcza w uprawie współrzędnej, w której należy również uwzględnić zapotrzebowanie na składniki pokarmowe rośliny zbieranej w pierwszym roku uprawy. W gospodarstwie przeprowadzono nawożenie obornikiem bydlęcym w dawce  $30 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  oraz zastosowano wapnowanie ( $3 \text{ t CaO} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) jesienią w roku poprzedzającym uprawę kminku zwyczajnego. Dawki nawozów mineralnych uwzględniały potrzeby pokarmowe roślin uprawianych współrzędnie (Tabela 2).

Table 2. Fertilization of caraway in the first year of cultivation ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ )

Tabela 2. Nawożenie kminku zwyczajnego w pierwszym roku uprawy ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ )

Fertilizer komponent Składnik nawozowy	Fertilizer Nawóz	Experiment variant Wariant doświadczenia		
		Pea/Caraway Groch/Kminek	Dill/Caraway Koper/Kminek	Mustard/Caraway Gorczyca/Kminek
N	Ammonium nitrate Saletra amonowa	20	60	110
P	Enriched superphosphate Suerfosfat wzbogacony	35	35	35
K	Potassium chloride Chlorek potasu	83	83	83

W pierwszym roku współrzędnej uprawy kminku z gorczycą białą lub z koprem ogrodowym azot dzielono na dwie równe części: pierwszą stosowano przedsięwzię, drugą - po wyrzędowaniu roślin (BBCH 12). Fosfor i potas aplikowano przedsięwzię jednorazowo. W drugim roku wegetacji, wczesną wiosną, po ruszeniu wegetacji, wysiano pod kminek bez osłony rośliny jarej  $35 \text{ kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$  i  $83 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1}$ , a następnie przeprowadzono bronowanie. Po ustabilizowaniu temperatury zastosowano azot w

dawce 40-50 kg·ha<sup>-1</sup> (BBCH 20). Drugą dawkę azotu (30-40 kg·ha<sup>-1</sup>) wysiano w fazie pąkowania (BBCH 50). W każdym roku uprawy stosowano dokarmianie dolistne. Łącznie na każdej plantacji przeprowadzono cztery zabiegi, po dwa w każdym roku wegetacji (Tabela 3).

Table 3. Form and dose of foliar fertilizers

Tabela 3. Forma i dawki nawozów dolistnych

Year Rok	Preparations applied together with rates per hectare Zastosowane preparaty wraz z dawkami na hectar
I	5 dm <sup>3</sup> 5% urea solution + 1 dm <sup>3</sup> Florovit + 4.5 kg magnesium sulphate 5 dm <sup>3</sup> 5% roztworu mocznika + 1 dm <sup>3</sup> Florovitu + 4,5 kg siarczanu magnezu
II	5 dm <sup>3</sup> 5% urea solution + 1 dm <sup>3</sup> Florovit + foliar fertilizer with boron (Borax 2 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> ) + 4.5 kg magnesium sulphate 5 dm <sup>3</sup> 5% roztworu mocznika + 1 dm <sup>3</sup> Florovitu + nawóz dolistny z borem (Borax 2 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> ) + 4,5 kg siarczanu magnezu

Florovit jest wieloskładnikowym, całkowicie rozpuszczalnym w wodzie, skoncentrowanym nawozem ogrodniczym przeznaczonym do dolistnego i dogłębowego nawożenia roślin w ogrodnictwie i w uprawach polowych. W jego skład wchodzi: 3% azotu, 2% potasu, 70 mgCu·dm<sup>-3</sup>, 400 mgFe·dm<sup>-3</sup>, 170 mgMn·dm<sup>-3</sup>, 20 mgMo·dm<sup>-3</sup>, 150 mgZn·dm<sup>-3</sup>. Wartość pH nawozu wynosiła 4.3. I zabieg dokarmiania wykonano tuż po wytworzeniu silnej rozety kminku (BBCH 32) zwyczajnego, II - przed kwitnieniem rośliny uprawianej współzrędnnie (BBCH 39), III – w drugim roku uprawy, wiosną po ruszeniu wegetacji, IV - kilka dni przed początkiem pąkowania kminku (BBCH 50).

W wariancie, w którym rośliną osłonową dla kminku był groch siewny, zrezygnowano z dolistnego stosowania mocznika, aby nie uszkodzić roślin grochu, który jest rośliną bobowatą i nie wymaga dokarmiania tym składnikiem pokarmowym.

## Pielęgnacja i ochrona

Największym problemem upraw zielarskich, również kminku zwyczajnego, jest walka z chwastami jedno- i dwuliściennymi. Szczególnie trudne jest zwalczanie chwastów w uprawie współzrędnnej kminku z gorczycą, z uwagi na brak zarejestrowanego odpowiedniego środka chemicznego. W gospodarstwie prowadzono chemiczne i mechaniczne metody walki z chwastami. Do trzech dni po siewie stosowano herbicydy: Racer 25 EC (1-1,2 dm<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup> w uprawie z koprem – związkiem czynnym jest fluorochloridon o zawartości 25%) lub Afalon Dyspersyjny 450 S.C. (1,4-1,7 dm<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup> w uprawie z grochem – linuron w ilości 450 g·dm<sup>-3</sup>).

Plantacja była regularnie lustrowana, co pozwoliło na natychmiastowe zareagowanie w przypadku pojawienia się szkodników. W pierwszym roku uprawy, chemiczną ochronę przed chorobami i szkodnikami stosowano wobec roślin stanowiących plon



główny. Na przełomie września i października aplikowano insektycydy, w celu ograniczenia żerowania szkodników. Zabieg środkiem Bi 58 400 EC (związek czynny dimetoat (37,38%) w ilości  $0,6 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  wykonano dwukrotnie w odstępie 14 dni. Jeśli nalot szkodników występował wiosną i latem, stosowano Karate Zeon 050 CS ( $0,3\text{-}0,4 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ), w którym substancją czynną jest lambda-cyhalotryna (4,81%), po skończonym oblocie pszczół.

### Zbiór i zagospodarowanie plonu

Zbiór każdego z gatunków uprawianych współrzędnie z kminkiem przebiegał inaczej. Koper ogrodowy i gorczycę koszone na pokosy pokosówką, a następnie młócono kombajnem zbożowym z podbieraczem. Groch zbierany był zawsze z pnia. Wszystkie rośliny dojrzewały i dosychały w sposób naturalny, bez chemicznej desykacji, gdyż mogłoby to uszkodzić rośliny kminku zwyczajnego. Do dwuetapowego zbioru kminku zwyczajnego w drugim roku przystępowano, gdy owoce baldachów pierwszego rzędu były dojrzałe. Pierwszy etap stanowiło koszenie na pokosy, drugi - omłot z podbieraczem. Po zbiorach w owocach kminku oraz w nasionach każdego z trzech gatunków uprawianych współrzędnie, mierzono wilgotność, oceniano ich czystość i w razie potrzeby, suszono oraz doczyszczano.

### Wyniki i dyskusja

Najwyższe plony nasion kminku uzyskano w wyniku jednoczesnej uprawy z grochem siewnym, w dalszej kolejności - z koprem ogrodowym oraz z gorczycą białą (Tabela 4).

Table 4. Yield of caraway in the second year of cultivation ( $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ )

Tabela 4. Plon kminku w drugim roku wegetacji ( $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ )

Crop intercropping Roślina współrzędna	Yield of caraway Plon kminku
Pea Groch	2,45
Dill Koper	1,7
Mustard Gorczyca	1,25

### Wariant z grochem siewnym

Na podstawie analizy plonowania kminku zwyczajnego uprawianego w badanym gospodarstwie rolnym (Tabela 4), uznano, że spośród współrzędnie uprawianych roślin, najbardziej wartościowym gatunkiem był groch. Należy do rodziny bobowatych

i ma zdolność wiązania wolnego azotu, dzięki czemu można było zrezygnować z intensywnego nawożenia azotem w pierwszym roku uprawy kminku (Martyniuk, 2012). Groch wymagał niskiego koszenia przy omłocie, lecz obcięcie w wyniku tego zabiegu biomasy kminku nie było szkodliwe, umocniło bowiem system korzeniowy, zwiększając szanse dobrego przezimowania roślin. Ponadto, wczesne zejście grochu z pola zwiększyło dostęp światła roślinom kminku, a także umożliwiło szybkie przeprowadzenie pielęgnacji międzyrzędzi i przygotowanie roślin do prawidłowego przezimowania. Uprawiany w pierwszym roku jednocześnie z kminkiem groch pozostawił roślinom następczym bardzo dobre stanowisko, co skutkowało odpowiednio wysokim plonem owoców ( $2,45 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) w drugim roku uprawy (Tabela 4). Ponadto, taka kombinacja gatunków ułatwiała walkę z agrofagami, ponieważ stwarzała barierę w przemieszczaniu się chorób i szkodników, sprawiając, że ochrona chemiczna była bardziej skuteczna.

### **Wariant z koprem ogrodowym**

Plon kminku w uprawie z koprem ogrodowym wynosił  $1,7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  (Tabela 4) – był wyższy niż w wariantcie uprawy kminku z gorczycą ( $1,25 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), ale znacznie niższy niż w kombinacji kminek/groch ( $2,45 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Koper ma wiele zalet jako gatunek współrzędnie uprawiany z kminkiem, ze względu na jednakowe parametry siewu obydwu gatunków, a także z uwagi na bardzo zbliżone wymagania agrotechniczne. Kminek jako gatunek należący do tej samej rodziny botanicznej co koper, wysiano jednocześnie z rośliną osłonową, co obniżyło koszty produkcji, ale przede wszystkim w istotny sposób zapobiegło ugniataniu i nadmiernemu zagęszczeniu łoża siewnego. Wadą tej kombinacji okazał się bardzo późny termin zbioru kopru, co przyczyniło się do obniżenia dostępnej ilości wilgoci w glebie i spowolniło rozwój kminku.

### **Wariant z gorczycą białą**

Gorczycę białą, spośród jednocześnie z kminkiem uprawianych roślin, uznano jako najmniej odpowiedni gatunek do współrzędnej uprawy z kminkiem. Uzasadnia to uzyskany w tym wariantcie jego najmniejszy plon nasion (Tabela 4). Obniżenie plonowania kminku wynikało z przede wszystkim z dużych wymagań wodnych gorczycy. Gatunek ten pobierał znaczne ilości wody z gleby zwłaszcza w czasie pąkowania i kwitnienia. Hamowało to rozwój kminku, opóźniając vegetację, a w konsekwencji obniżając wielkość plonu. Pojawienie się nowego gatunku w siedlisku wiąże się zawsze z konkurencją międzygatunkową nie tylko o wodę, ale także o składniki pokarmowe i światło. Zacienienie zaledwie kilkunastocentymetrowych roślin kminku wysokimi roślinami gorczycy negatywnie wpływało na jego vegetację. Poza tym brak możliwości stosowania herbicydów skutecznych dla obu uprawianych gatunków, sprzyjało dużemu zachwaszczeniu plantacji.

### **Ocena ekonomiczna współrzędnej uprawy kminku zwyczajnego z wybranymi gatunkami roślin**

Aby w pełni ocenić wartość poszczególnych gatunków uprawianych współrzędnie z kminkiem, obliczono dla dwóch lat, dla analizowanych wariantów uprawy w

przeliczeniu na 1 ha: przychody ze sprzedaży kminku i roślin towarzyszących oraz koszty produkcji, produktywność (po skorygowaniu przychodów o uzyskane dopłaty), nadwyżkę bezpośrednią, dochód rolniczy netto, wskaźnik opłacalności (Tabele 6-8). W 2015 roku średnia cena skupu owoców kminku wynosiła 7 PLN·kg<sup>-1</sup>.

Table 5. Net income from sales of seeds plants incropping with caraway in the first year of cultivation

Tabela 5. Przychody uzyskane w pierwszym roku uprawy ze sprzedaży nasion roślin uprawianych współrzędnie z kminkiem

Species collected in the first year of cultivation Gatunek zbierany w pierwszym roku uprawy	Mean sale price Średnia cena sprzedaży (PLN·kg <sup>-1</sup> )	Mean yield Średnia wielość plonu (t·ha <sup>-1</sup> )	Net income Przychód (PLN·ha <sup>-1</sup> )
Pea Groch	1,5	4	6000
Dill Koper	5,5	2	11000
Mustard Gorczyca	4,5	1,5	6750

Gatunek rośliny uprawianej współrzędnie z kminkiem znacząco wpłynął na wielkość jego plonu, a tym samym na wartość przychodów związanych z uprawą tej rośliny (Tabele 5 i 6).

Table 6. Net income from caraway seeds sales in the second year of cultivation

Tabela 6. Przychody uzyskane ze sprzedaży nasion kminku zwyczajnego w drugim roku uprawy

Experiment variant Wariant doświadczenia	Yield Plon (kg·ha <sup>-1</sup> )	Net income Przychód (PLN·ha <sup>-1</sup> )
Caraway + pea Kminek + groch	2450	17150
Caraway + dill Kminek + koper	1700	11900
Caraway + mustard Kminek + gorczyca	1250	8750

Koszty produkcji także były zróżnicowane w zależności od wariantu uprawy. Największe, poniesiono uprawiając kminek z grochem siewnym, najmniejsze zaś – z gorczycą (Tabela 9). W strukturze kosztów bezpośrednich we wszystkich wariantach uprawy dominowały koszty nawozów mineralnych, dodatkowo w wariantach z grochem siewnym znaczącym składnikiem były koszty materiału siewnego (Tabela 7).

Dochód rolniczy netto z jednoczesnej uprawy grochu i kminku wyniósł dla dwóch lat wegetacji z powierzchni 1 ha ponad 17500 PLN.

Table 7. Total direct costs production of caraway incropping with selected plants (PLN·ha<sup>-1</sup>) and their structure (%)

Tabela 7. Koszty bezpośrednie produkcji kminku zwyczajnego uprawianego współrzędnie z wybranymi roślinami (PLN·ha<sup>-1</sup>) i ich struktura (%)

Specification Wyszczególnienie	Caraway + Pea Kminek + Groch		Caraway + Dill Kminek + Koper		Caraway + Mustard Kminek + Gorczyca	
Costs Koszty	PLN·ha <sup>-1</sup>	%	PLN·ha <sup>-1</sup>	%	PLN·ha <sup>-1</sup>	%
Seeds Materiału siewnego	1120		272		310	
Caraway Kminu	160	34,9	160	10.1	160	11.9
Companion crop Rośliny towarzyszącej	960		112		150	
Fertilizers NPK in: Nawozów NPK w:	1464,5		1608,5		1782,5	
I year/I roku	624,25	45,6	768,25	59.8	942,25	68,2
II year/II roku	840,25		840,25		840,25	
Foliar fertilizers in: Nawozów dolistnych w:	47,1		54,6		54,6	
I year/I roku	14,8	1,5	22,3	2	22,3	2,1
II year/II roku	32,3		32,3		32,3	
Plant protection products in: Środków ochrony roślin w:	579		758		467	
I roku/I year	142	18	321	28.1	30	17,9
II roku/II year	437		437		437	
Total direct costs Razem koszty bezpośrednie	3210,6	100	2693,1	100	2614,1	100

Table 8. Indirect production costs of caraway incropping with selected plants (PLN·ha<sup>-1</sup>) and their structure (%)Tabela 8. Koszty pośrednie produkcji kminku zwyczajnego uprawianego współrzędnie z wybranymi roślinami (PLN·ha<sup>-1</sup>) i ich struktura (%)

Specification Wyszczególnienie	Caraway + Pea Kminek + Groch		Caraway + Dill Kminek + Koper		Caraway + Mustard Kminek + Gorczyca	
	PLN·ha <sup>-1</sup>	%	PLN·ha <sup>-1</sup>	%	PLN·ha <sup>-1</sup>	%
The costs of employment in: Koszty pracy najemnej w:	750		900		750	
		15,7		17,8		15,8
I roku/I year	450		600		450	
II roku/II year	300		300		300	
The cost of mechanization services in: Koszty usług mechanizacyjnych w:	880		1080		880	
		18,4		21,4		18,5
I year/I roku	340		540		340	
II year/II roku	540		540		540	
The costs of machines its own Koszty pracy maszyn własnych	1652,97	34,7	1655,76	32,7	1697,99	35,8
Other indirect costs* Pozostałe koszty pośrednie*	1488	31,2	1422	28,1	1422	29,9
Total indirect costs Razem koszty pośrednie	4770,97	100	5057,76	100	4749,99	100

\*Other indirect costs (including maintenance of buildings, taxes and insurance) were determined on the basis of: Kujawsko-Pomorskiego Ośrodka Doradztwa Rolniczego w Minikowie (2014 oraz 2015).

\*Pozostałe koszty pośrednie (obejmują koszty utrzymania budynków, podatki i ubezpieczenia. pozostałe koszty) ustalono na podstawie: Kujawsko-Pomorskiego Ośrodka Doradztwa Rolniczego w Minikowie (2014 oraz 2015).



W strukturze kosztów pośrednich przeważały koszty pracy maszyn własnych. Największe, poniesiono w wariancie z gorczycą, nieco mniejsze – w uprawie z grochem i koprem (Tabela 8).

Najwyższą produktywność ziemi w ciągu dwóch lat (25500 PLN z 1 ha) uzyskano w uprawie współrzędnej kminku z grochem siewnym, najniższą zaś, z gorczycą białą (17300 PLN z 1 ha) (Tabela 9). Do ustalania struktury upraw w gospodarstwach rolniczych można posłużyć się nadwyżką bezpośrednią. Spośród analizowanych wariantów uprawy kminku, największą nadwyżką bezpośrednią uzyskano w jego współrzędnej uprawie z grochem siewnym i tylko nieco niższą w uprawie z koprem ogrodowym. Wskaźnik opłacalności obliczany w procentach powinien być większy od 100. Oznacza to, że wartość produkcji (przychodów) jest wyższa niż poniesione na jej wytworzenie koszty. Analiza wskaźników opłacalności bez uwzględnienia dopłat wskazuje, że spośród badanych wariantów uprawy kminku zwyczajnego z rośliną osłonową, najbardziej opłacalna była jego współrzędna uprawa z koprem ogrodowym, natomiast po uwzględnieniu dopłat - z grochem siewnym (Tabela 8). Zaznaczyć należy, że wskaźnik opłacalności z uwzględnieniem dopłat dla współrzędnej uprawy z grochem był około 1% wyższy od jego uprawy z koprem ogrodowym. Także uzyskanie 100 PLN produkcji w obu wariantach wymagało poniesienia zbliżonych kosztów (nieco ponad 31 PLN), podczas gdy w przypadku uprawy z gorczycą wyniosły one blisko 43 PLN. Wskaźnik opłacalności w uprawie współrzędnej kminku z gorczycą (także wysoki), wskazywał na tylko nieco niższą opłacalność tego wariantu. O przydatności poszczególnych roślin do łącznej uprawy z kminkiem przesądziły uzyskane nadwyżka bezpośrednia oraz dochód rolniczy netto (Tabela 9).

Najwyższy dochód rolniczy netto uzyskano w uprawie współrzędnej kminku z grochem siewnym. Korzystny wynik finansowy był przede wszystkim skutkiem wysokiego plonu owoców kminku w konsekwencji dobrego zaopatrzenia roślin w azot na stanowisku po roślinie asymilującej ten pierwiastek. Nie bez znaczenia były też najniższe dla tego wariantu koszty nawozów mineralnych stosowanych doglebowo (NPK) i dolistnie oraz relatywnie niższe koszty pośrednie. Dodatkowy atut stanowiły dopłaty obszarowe do powierzchni uprawy roślin strączkowych, przyznawane wyłącznie wariantowi uprawy kminku z grochem jako rośliną osłonową. Dla kopru i gorczycy tego typu płatności nie były realizowane.

Nieznacznie niższy dochód, średnio o około 3%, uzyskano w wyniku uprawy kminku z koprem ogrodowym. Ze względów agrotechnicznych i organizacyjnych-koper można uznać za bardzo wartościowy gatunek współtowarzyszący kminkowi. Uprawa tej rośliny wymagała jednak poniesienia większych kosztów nawozów i środków ochrony chemicznej niż groch siewny (Tabela 7). Wyższe koszty poniesiono także z powodu konieczności dodatkowego zatrudniania pracowników do pielęgnacji plantacji oraz do dwuetapowego zbioru kopru. Jednak wysoka cena skupu nasion, mimo niezbyt wysokiego plonu, zapewniła największy przychód z jego sprzedaży, wynoszący 11000 PLN·ha<sup>-1</sup> (Tabela 5, Tabela 8). Dochód netto z jego współrzędnej uprawy z kminkiem wyniósł blisko 17000 PLN z hektara (Tabela 9).

Table 9. Cultivation calculation of 1 ha caraway incropping with selected plants (PLN·ha<sup>-1</sup>)Tabela 9. Kalkulacja uprawy 1 ha kminku zwyczajnego uprawianego współzrędnnie z wybranymi roślinami (PLN·ha<sup>-1</sup>)

Specification Wyszczególnienie	Caraway + Pea Kminek + Groch	Caraway + Dill Kminek + Koper	Caraway + Mustard Kminek+ Gorczyca
Production value* Wartość produkcji*	25510	24700	17300
Single Area payment + subsidies to seed Jednolita płatność obszarowa + dopłaty do materiału siewnego	2360	1800	1800
Total specific costs Koszty bezpośrednie	3210,6	2693,1	2614,1
Gross margin Nadwyżka bezpośrednia	22299,4	22006,9	14685,9
Indirect costs Koszty pośrednie	4770,97	5057,76	4749,99
Total costs Koszty całkowite	7981,57	7750,86	7364,09
Net farm income Dochód rolniczy netto	17528,43	16949,14	9935,91
Profitability index (excluding subsidies) Wskaźnik opłacalności (bez dopłat) (%)	290	295,5	210,5
Profitability index (including subsidies) Wskaźnik opłacalności (z dopłatami) (%)	319,6	318,7	234,9
The cost of obtaining 100 PLN production value Koszt uzyskania 100 PLN wartości produkcji	31,3	31,4	42,6

\*The production value includes a lump-sum VAT refund of 7%.

\*Wartość produkcji zawiera zryczałtowany zwrot podatku VAT na poziomie 7%.

Najmniej przydatną rośliną dla tego typu uprawy kminku okazała się gorczyca biała, u której dość wysokie koszty poniesione na uprawę (zwłaszcza zakupu nawozów NPK – Tabela 7) i niskie plonowanie (Tabela 5), były odpowiedzialne za najmniej korzystny wynik finansowy – różnica w stosunku do wariantów uprawy z grochem oraz koprem dochodziła do ponad 7000 PLN z hektara (Tabela 9).

Dochód otrzymany z kombinacji koper ogrodowy/kminek stanowił blisko 97% kwoty uzyskanej z wariantu groch/kminek. Wybór gorczycy jako rośliny osłonowej dla kminku obniżał uzyskany dochód do około 57% dochodu wariantu najbardziej korzystnego.

## Podsumowanie

Technologia współrzędnej uprawy kminku zwyczajnego z rośliną jarą jako osłonową, pozwala na uzyskanie dodatkowego przychodu. Przy wyborze rośliny uprawianej współrzędnie powinno się zwracać szczególną uwagę na jej biologię, morfologię oraz wymagania agrotechniczne. Właściwy dobór roślin do współrzędnej uprawy z kminkiem poprawia jego warunki rozwojowe, korzystnie wpływa na wielkość plonu owoców, a tym samym na opłacalność uprawy.

Gatunkiem najbardziej odpowiednim pod względem agrotechnicznym do współrzędnej uprawy z kminkiem zwyczajnym, był groch siewny, który uprawiany w pierwszym roku pozostawiał bardzo dobre stanowisko pod rośliny plonujące w drugim roku wegetacji. Ponadto, jednoczesna uprawa tych dwóch gatunków ułatwiała zwalczanie agrofagów, a wczesny zbiór grochu umożliwiał pielęgnację międzyrzędzi, co sprzyjało dobremu przezimowaniu roślin kminku.

Spośród analizowanych wariantów współrzędnej uprawy kminku zwyczajnego z rośliną osłonową, najwyższą produktywność ziemi osiągnięto w jego uprawie z grochem (25500 PLN), najniższą zaś z gorczycą (17300 PLN). O najwyższej opłacalności współrzędnej uprawy kminku z grochem siewnym przesadziły dopłaty obszarowe. Wskaźnik opłacalności z uwzględnieniem dopłat dla współrzędnej uprawy z grochem był około 1% wyższy od jego uprawy z koprem ogrodowym. W wariantach uprawy kminku z grochem siewnym i koprem ogrodowym uzyskano zbliżoną nadwyżkę bezpośrednią, wynoszącą ponad 22000 PLN z 1 hektara. Jednak uprawa z grochem siewnym zapewniła najwyższy dochód netto nie tylko dzięki najwyższemu plonowi owoców kminku, ale także z powodu relatywnie niskich kosztów nawożenia oraz kosztów pośrednich, a także uzyskanych dopłat do powierzchni roślin strączkowych.

Uprawa kminku z koprem ogrodowym pozwoliła na uzyskanie tylko nieco niższego dochodu niż w kombinacji z grochem siewnym. Było to zasługą relatywnie wysokiej ceny skupu nasion kopru. Wadą tego wariantu był późny termin zbioru rośliny osłonowej i długo utrzymująca się konkurencja o wodę i składniki pokarmowe, co mogło osłabić szanse kminku na dobre przezimowanie.

Najmniej przydatnym gatunkiem do współrzędnej uprawy z kminkiem okazała się gorczyca biała, tak ze względów agrotechnicznych (duże wymagania wodne i pokarmowe, zacienianie roślin kminku, brak skutecznych herbicydów), jak i ekonomicznych (stosunkowo wysokie koszty, zwłaszcza nawozów NPK oraz niski plon owoców kminku).

## Literatura

- Begum, J., Bhuiyan, M. N. I., Chowdhury, J. U., Hoque, M. N., Anwar, M. N. (2008). Antimicrobial activity of essential oil from seeds of *Carum carvi* and its composition. *Bangladesh Journal of Microbiology*, 25, 85-89.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.3329/bjm.v25i2.4867>
- Dyduch, J., Najda, A., Brzozowski, N. (2006) Wzrost i skład chemiczny kminku zwyczajnego (*Carum carvi* L.) w pierwszym roku uprawy. *Folia Horticulturae*, 1, 108-112.
- Foundation of Assistance Programmes for Agriculture (2000) Metodyka liczenia nadwyżki bezpośredniej i zasady typologii gospodarstw rolniczych (według standardów Unii Europejskiej), 21-25.
- Frank, T., Bieri, K., Speiser, B. (2002) Feeding deterrent effect of carvone, a compound from caraway seeds, on the slug *Arion lusitanicus*. *Annals of Applied Biology*, 141 (4), 93-100.
- Goraj, L., Mańko, S. (2009) Rachunkowość i analiza ekonomiczna w indywidualnym gospodarstwie rolnym. Warszawa, Difin.
- Kisiel, R. (2001) Zastosowanie wybranych metod rachunku ekonomicznego w optymalizacji produkcji rolniczej. Uniwersytet Warmińsko-Mazurski Olsztyn, 38-52.
- Kozera, W., Majcherczak, E., Barczak, B. (2013) Effect of varied NPK fertilisation on the yield size, content of essential oil and mineral composition of caraway fruit (*Carum carvi* L.). *Journal of Elementology*, 18 (2), 255-267.  
DOI: [10.5601/jelem.2013.18.2.05](https://doi.org/10.5601/jelem.2013.18.2.05)
- Kujawsko-Pomorski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Minikowie (2014) Kalkulacje rolnicze. [Online] Available at: <http://www.ekonomika.kpodr.pl/attachments/article/77/Kalkulacja%20rolnicze%202014%20rok.pdf>
- Kujawsko-Pomorski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Minikowie (2015) Kalkulacje rolnicze. [Online] Available at: [http://www.ekonomika.kpodr.pl/attachments/article/77/Kalkulacje\\_rolnicze\\_2015.pdf](http://www.ekonomika.kpodr.pl/attachments/article/77/Kalkulacje_rolnicze_2015.pdf)
- Manteuffel, R. (1979) *Ekonomika i organizacja gospodarstwa rolniczego*. Warszawa: Powszechnie Wydawnictwo Rolnicze i Leśne.
- Martyniuk, S. (2012) Naukowe i praktyczne aspekty symbiozy roślin strączkowych z bakteriami brodawkowymi. *Polish Journal of Agronomy*, 9, 17-22.
- Muzalewski, A. (1997) Koszty mechanizacji przy różnych wariantach użytkowania maszyn w gospodarstwach rodzinnych. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 2, 131-142.
- Muzalewski, A. (2010) *Koszty eksploatacji maszyn*. Falenty – Warszawa: Instytut Technologiczno-Przyrodniczy.
- Newerli-Guz, J. (2016) Uprawa roślin zielarskich w Polsce. *Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa*, 18 (3), 268-274.

- Raal, A., Arak, E., Orav, A. (2012) The content and composition of the essential oil found in *Carum carvi* L.. commercial fruits obtained from different countries. Journal of Essential Oil Research, 24 (1), 53-59.  
DOI: <https://doi.org/10.1080/10412905.2012.646016>
- Sadowski, A. (2013) Uprawa ziół i możliwości ich wykorzystania. [Online] Available at: [http://podlaskie.ksow.pl/fileadmin/user\\_upload/podlaskie/pliki/publikacje\\_2012/Publikacje\\_2013/uprawa\\_ziol\\_23-11-2013.pdf](http://podlaskie.ksow.pl/fileadmin/user_upload/podlaskie/pliki/publikacje_2012/Publikacje_2013/uprawa_ziol_23-11-2013.pdf)
- Seidler-Łożykowska, K., Kędzia, B., Karpińska, E., Bocianowski, J. (2013) Microbiological activity of caraway (*Carum carvi* L.) essential oil obtained from different origin. Acta Scientiarum, Agronomy, 35 (4), 495-500.
- Thompson, C. J., Ernst, E. (2002) Herbal medicinal products for non-ulcer dyspepsia. Aliment Pharmacology Therapy, 16 (10), 1689-1699.  
DOI: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-2036.2002.01339.x/pdf>
- Woś, A. (1984) Produkcyjność czynników wytwórczych. W: Encyklopedia Ekonomiczno-Rolnicza. Warszawa: Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, 579-580.
- Ziętara, W. (1994) Rachunek ekonomiczny i analiza finansowa w przedsiębiorstwie rolniczym. Poznań: Centrum Doradztwa i Edukacji w Rolnictwie.